

ТЕМА НОМЕРА

«50 лет – полет нормальный». Состояние и перспективы развития отечественных спутниковых систем связи

# «Глобсатком» – новая система спутниковой связи на базе КА на высоких эллиптических орбитах



**Евгений КАМНЕВ,**  
генеральный директор  
ООО «Глобсатком», д. т. н.,  
профессор, академик  
международной академии Связи



**Александр БЕЛОВ,**  
зам. генерального директора  
ООО «Глобсатком», к. т. н.



**Владимир БОБКОВ,**  
технический директор  
ООО «МВСатком», к. т. н.

**Сегодня в России для гражданской – государственной и коммерческой – связи используются только космические аппараты (КА) на геостационарной орбите (ГСО).**

**При очевидных плюсах таких систем дискуссии по проблемам оптимального построения системы спутниковой связи (ССС) для обслуживания России не утихают уже много лет начиная еще с 1993 г., когда был опубликован ряд статей с «говорящими» названиями – «Какой спутник связи нужен России?» [1].**

**П**режде всего, заметим, что Россия – государство с огромной по протяженности с запада на восток территорией. И ни один из геостационарных спутников не обеспечивает полноту обслуживания территории от Чукотки до Калининграда. Кроме того, Россия – страна северная, часть ее территорий находится в том месте земного шара, где опять же не обеспечивается видимость ни одного спутника на ГСО.

Отсюда следует вывод о необходимости создания ССС с использованием КА на других – не геостационарных орбитах, например, на высокой эллиптической орбите (ВЭО). Данный тезис прост и понятен уже много лет, однако коммерческих систем на базе

таких спутников в нашей стране до сих пор не создано. Хотя преимущества такой системы огромны:

- обслуживается вся территория России и весь полярный бассейн, включая Северный полюс, что представляет особый интерес в связи с планами освоения полярного шельфа;
- угол места работы земной станции (ЗС) через КА на ВЭО составляет из любой точки России не менее 40°, а в основной массе регионов – 60 – 90°.

Последний фактор позволяет спроектировать ССС, которая, в отличие от КА на ГСО, обеспечивает связь в достаточно сложных условиях (в горах, городе, лесу).

Глобальная зона охвата, высокие углы места работы позволяют создавать на базе КА на ВЭО самые

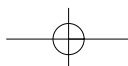
разнообразные системы связи. Основные проблемы, возникающие при проектировании и построении таких систем, – сложная система сопровождения КА на ВЭО, обработка эффекта Доплера, удержание постоянства зоны обслуживания – при грамотном проектировании системы решаются.

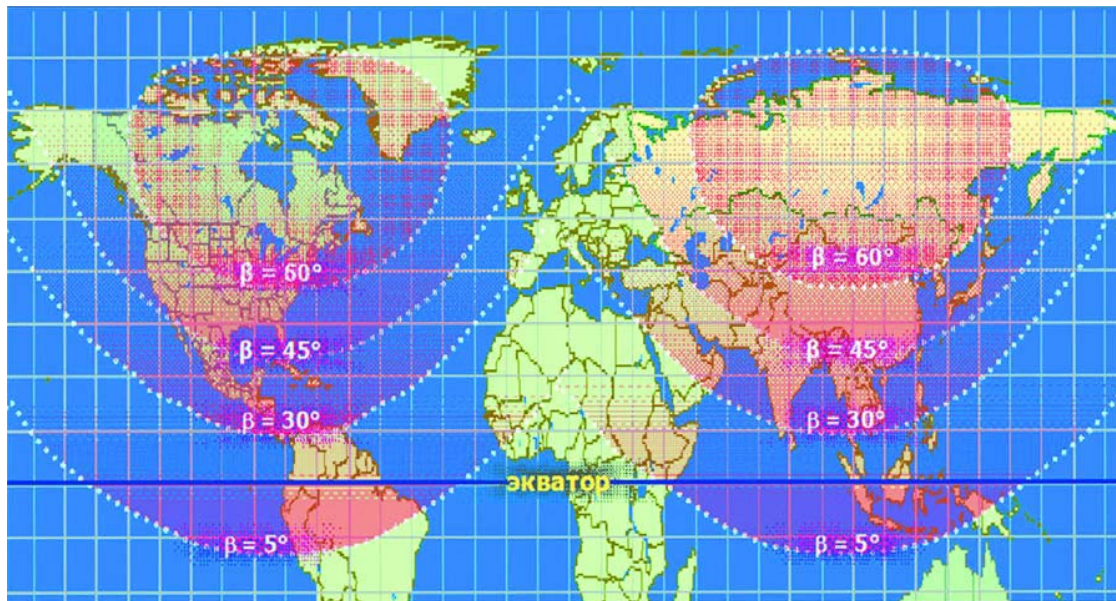
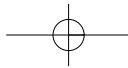
Многие специалисты, рассматривая ССС на базе КА на ВЭО, сводят задачу только к созданию систем персональной спутниковой связи (ПСС), делая при этом выводы о малой эффективности и непропорционально больших затратах на построение таких систем [2-3]. При этом созданию коммерческих систем различного назначения, а не только ПСС, уделяется недостаточно внимания.

В данной статье рассматривается построение ССС на базе КА на ВЭО для одного из возможных ее применений.

## Система спутниковой связи «Глобсатком»

Разрабатываемая ССС «Глобсатком» предназначена для построения сетей мониторинга и не-





**Рис. 1.**  
Зона обслуживания КА на орбите типа «Молния»

посредственного телевизионного и радиовещания, обслуживающих подвижные и стационарные объекты на всей территории России, сопредельных государств и в Северном Полярном бассейне.

Круг потенциальных пользователей ССС довольно широк – от государственных структур до частных лиц:

- государственные пользователи – гражданские ведомства и министерства (МЧС, Министерство природных ресурсов РФ, Федеральное агентство по атомной энергии и др.), силовые структуры;
- коммерческие структуры – ОАО «РЖД», РАО «ЕЭС России», «Связьинвест», нефтяные и газовые компании, автотранспортные, судоходные и рыболовецкие, авиационные компании, охранные структуры, теле- и радиовещатели;
- частные лица – автолюбители, сельские жители, жители поселков в отдаленных и труднодоступных районах.

Общие характеристики ССС «Глобсатком» приведены в табл. 1.

Орбитальная группировка ССС «Глобсатком» включает в себя четыре синхронизированных космических аппарата на орбитах типа «Молния». Из них во включенном состоянии находится один, располагающийся вблизи

апогея на основном витке над северной частью Западной Сибири. При полетах самолетов через Северный полюс может включаться и второй КА, находящийся на сопряженном витке с апогеем над северной частью Канады. Возможности обслуживания территорий земного шара с орбиты типа «Молния» показаны на рис. 1.

Земной сегмент ССС включает центр управления космическими аппаратами (ЦУП), контрольно-измерительный комплекс (КИК), наземный комплекс технического обеспечения КА и земные станции различного назначения.

Бортовой ретрансляционный комплекс (РТР) обеспечивает работу ССС в S- (2,2 – 2,5/2 ГГц) и C- (6/4 ГГц) диапазонах. В состав РТР входит аппаратура обработки сигналов для обработки принимаемых сигналов в S- и C-диапазонах, а также распределительная схема. Особенности РТР «Глобсатком»:

- использование адаптивных многоканальных ФАР;
- возможность перераспределения полосы частот между лучами с применением бортового процессора.

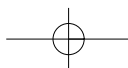
Краткие характеристики РТР приведены в табл. 2, а упрощенная структурная схема на рис. 2.

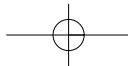
**Таблица 1**

Зона обслуживания	Территория РФ, сопредельных государств и Арктической зоны РФ
Тип орбиты	Высокоэллиптическая типа «Молния»
Количество КА	4
Срок активного существования КА	10 лет
Ориентация КА	Трехосная
Масса КА, кг	2000
Энергопотребление ПН, Вт	8000
Диапазоны частот	S – абонентские линии сетей мониторинга, теле- и радиовещания; C – фидерные линии

**Таблица 2**

Диапазоны частот	S, C
Количество стволов	в S-диапазоне – 14 по 150 Вт в C-диапазоне – 2 по 150 Вт
ЭИИМ	45 дБВт (в S- и C-диапазонах)
Добротность	+12 дБ/К (в S- и C-диапазонах)
Характеристики антенных систем	В S-диапазоне: <ul style="list-style-type: none"> <li>• 14 передающие антенны (синфазные антенные решетки, 8x16°, КНД=23 дБ);</li> <li>• 24 приемные антенны (синфазные антенные решетки, 8x16°, КНД=23 дБ)</li> </ul> В C-диапазоне: <ul style="list-style-type: none"> <li>• 2 передающие антенны 4 ГГц (8x16°, КНД=23 дБ);</li> <li>• 24 приемные антенны 6 ГГц (8x16°, КНД=23 дБ)</li> </ul>





# ТЕМА НОМЕРА

## «50 лет – полет нормальный». Состояние и перспективы развития отечественных спутниковых систем связи

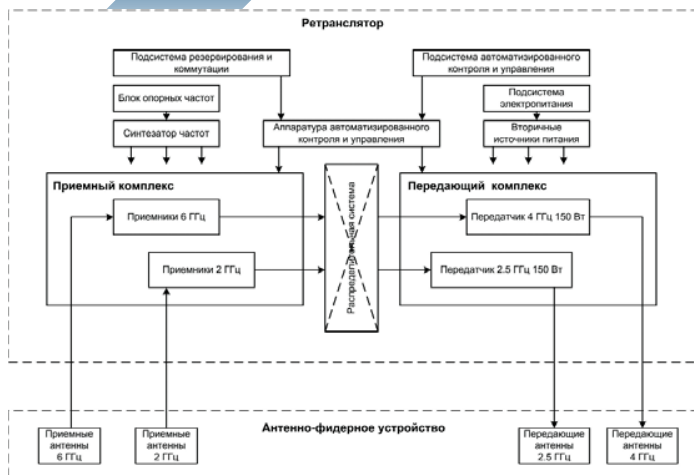


Рис. 2. Структурная схема ретранслятора «Глобсатком»

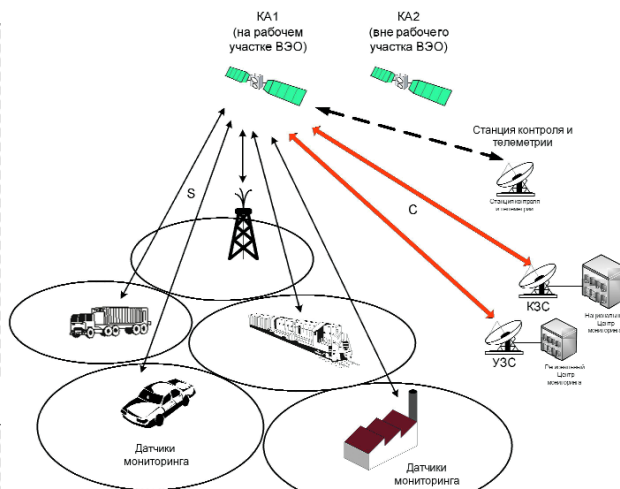


Рис. 3. Информационный обмен подсистемы мониторинга

### Подсистема мониторинга

Подсистема мониторинга включает следующие функциональные элементы:

- координирующие и узловые станции сетей мониторинга;
- центр планирования и управления связью;
- абонентские (стационарные и подвижные) ЗС.

Она решает задачи:

- сбора информации со специализированных датчиков, расположенных на контролируемых стационарных или подвижных объектах;
- передачи ее по организованным ССС каналам в центры обработки

и анализа специализированной информации (местные, региональные, национальные или глобальные);

- передачи информации (данные) в обратном направлении (команды управления, оповещения, квитанции и т. п.);
- в экстренных случаях (примерно 3 – 5% общего объема информационного обмена) возможно предоставление услуг телефонии VoIP, факсимильной связи и телеконференции (низкоскоростное видео и VoIP).

Существуют два целевых сегмента рынка подсистемы мониторинга:

- владельцы региональных, национальных и глобальных сетей

мониторинга – преимущественно для государственных и научных структур;

- владельцы корпоративных/ведомственных (в основном, коммерческих) сетей мониторинга.

К коммерческим пользователям можно отнести:

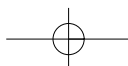
- ОАО «РЖД» – системы управления движением поездов, мониторинг путевого хозяйства, информационный обмен с ремонтно-восстановительными службами;
- ОАО РАО «ЕЭС России» – системы контроля объектов электроэнергетики;
- ОАО «Связьинвест» – системы контроля объектов связи;
- нефтяные и газовые компании – системы контроля объектов нефтегазовой отрасли (нефте- и газопроводы, буровые платформы);
- организации-грузоперевозчики – контроль над перемещением и состоянием опасных и особо ценных грузов и/или транспортных средств;
- охранные структуры – системы дистанционного контроля государственных, общественных и частных объектов;
- автолюбители – автомобильные противоугонные системы.

Информационный обмен в подсистеме мониторинга осуществляется через абонентские

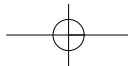
СПУТНИКОВАЯ СВЯЗЬ

Таблица 3

Линия «вверх» (от абонентских станций мониторинга)	S-диапазон, 1980 – 2010 МГц
Линия «вниз» (к абонентским станциям мониторинга)	S-диапазон, 2483 – 2500 МГц
Фидерная линия:	C-диапазон
линия «вверх»	Диапазон 6 ГГц, полоса 6 МГц
линия «вниз»	Диапазон 4 ГГц, полоса 30 МГц
Способ многостанционного доступа	MF TDMA
Способ передачи информации	Пакетный
Скорость передачи информации в пакетах:	
линия «вверх»	128 кбит/с и 2 Мбит/с
линия «вниз»	128 кбит/с и 2 Мбит/с
Вид кодирования	Витерби, Рида-Соломона, турбокодэк
Модуляция	BPSK, QPSK
Пропускная способность системы (количество обслуживаемых объектов мониторинга):	
с низкой информативностью	До 1800 тыс.
с высокой информативностью	До 200 тыс.







линии в S-диапазоне и фидерную линию в C-диапазоне (рис. 3).

Общие характеристики подсистемы мониторинга приведены в табл. 3.

Земной сегмент подсистемы мониторинга включает в себя абонентские ЗС, системные ЗС, ЦУС. Абонентские ЗС (АЗС) – малогабаритные, необслуживаемые, приемопередающие. Предназначены для установки на стационарных или подвижных объектах мониторинга – автомобилях, железнодорожных составах и вагонах, кораблях, самолетах, контейнерах. Рабочий диапазон частот 2/2,5 ГГц (S-диапазон). Предусмотрено два типа исполнения АЗС, различающихся скоростью обмена информацией.

Системные ЗС – это стационарные, приемопередающие ЗС, устанавливаемые вблизи центров мониторинга и работающие в C-диапазоне (6/4 ГГц).

Системные ЗС могут выполнять функции:

- координирующие (КЗС) – для координации работы ЗС в сети мониторинга;
- узловые (УЗС) – для сбора информации от АЗС сети мониторинга.

Центр планирования и управления связью распределяет связанные ресурсы подсистемы мониторинга и с помощью АСУС контролирует работу ее элементов.

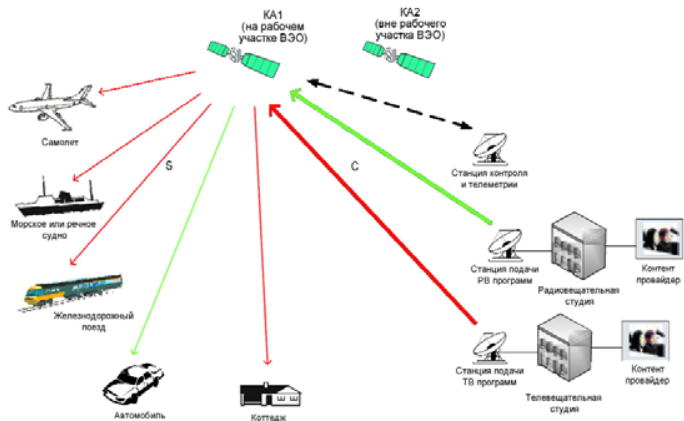


Рис. 4. Информационный обмен подсистемы ТВ/РВ

Таблица 4

Линия вверх:	
ТВ	C-диапазон (6 ГГц, полоса 24 МГц)
РВ	C-диапазон (6 ГГц, полоса 24 МГц)
Линия вниз:	
ТВ	S-диапазон (2170 – 2200 МГц, полоса 24 МГц)
РВ	S-диапазон (2170 – 2200 МГц, полоса 6 МГц)
Количество одновременно транслируемых ТВ программ	16
Количество одновременно транслируемых радиопрограмм	60
Стандарт ТВ-вещания	DVB-S2
Кодирование источника ТВ	Видео MPEG-4 part 10 (H.264 AVC)
Скорость передачи ТВ-информации	1,5 Мбит/с
Кодирование источника	Аудио AAC+
Скорость передачи аудиоинформации	96 кбит/с
Кодирование и модуляция	Турбокод 3/4, QPSK

## Подсистема цифрового теле- и радиовещания ССС «Глобсатком»

Подсистема теле- и радиовещания (ТВ/РВ) обеспечивает непосредственное цифровое телевизионное и радиовещание на подвижные и стационарные объекты.

Функциональные элементы подсистем спутникового непосредственного цифрового теле- и радиовещания:

- центральные станции формирования и подачи программ сетей телевизионного и радиовещания;
- центр планирования и управления связью;

- абонентские (стационарные и подвижные) станции приема программ цифрового телевизионного и радиовещания.

Два основных сегмента рынка:

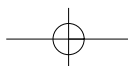
- теле- и радиовещатели (СМИ) и распространители теле- и радиопрограмм (государственные и частные);
- телезрители и радиослушатели, расположенные на:

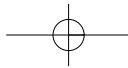
**ООО «МВСатком»**  
 тел: (495) 788-78-61  
 факс: (495) 670-37-49  
 www.mwsatcom.ru  
 e-mail: info@mwsatcom.ru

**ГАРАНТИЙНОЕ И ПОСЛЕГАРАНТИЙНОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ**  
**ОПТИМАЛЬНОЕ СООТНОШЕНИЕ "ЦЕНА/КАЧЕСТВО"**  
**ИНТЕГРАЦИЯ ПРОЕКТОВ**

**ВСЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ СИСТЕМ СПУТНИКОВОЙ СВЯЗИ**

- Поставка оборудования для спутниковых станций и сетей связи РАДИС, ЦСР МНИИРС, SWE-DISH, Newtec, NJRC, ComtechEFData, Andrew, Codan, ELTECO, Agilis, Advantech, AnaCom, Space Machine&Engineering, Sector Microwave и др.
- Сертифицированные земные станции C- и Ku-диапазонов (2,4/3,7м)
- Мобильные станции Fly-Away и Drive-Away





## ТЕМА НОМЕРА

# «50 лет – полет нормальный». Состояние и перспективы развития отечественных спутниковых систем связи

- подвижных объектах (в легковых автомобилях, на малых самолетах, морских и речных судах, в междугородных автобусах и т. п.);
- стационарных объектах (индивидуальные жилые дома, турбазы, поселки в отдаленных и труднодоступных районах и т. д.).

Информационный обмен в подсистеме теле- и радиовещания осуществляется через абонентские линии в S-диапазоне и фидерную линию в C-диапазоне (рис. 4).

Общие характеристики подсистемы ТВ/РВ приведены в табл. 4.

Земной сегмент подсистемы теле- и радиовещания включает в себя абонентские и системные ЗС.

Абонентские ЗС – малогабаритные, необслуживаемые, приемные. Предназначены для установки на стационарных или подвижных объектах – автомо-

билях, железнодорожных вагонах, кораблях, самолетах. Рабочий диапазон частот – 2,2 ГГц (S-диапазон). ЗС могут быть либо выполненными только для приема ТВ или РВ, либо смешанными. В абонентских ЗС предусмотрено применение адаптивных ФАР.

Системные ЗС – стационарные, приемопередающие, устанавливаемые вблизи центров подачи программ. Обеспечивают работу в C-диапазоне (6 ГГц).

В подсистеме также предусматривается центр планирования и управления связью, который распределяет связные ресурсы подсистем ТВ и РВ вещания и с помощью АСУС контролирует работу ее элементов.

## Заключение

Создаваемая система «Глобсатком» обеспечивает принци-

ально новые услуги для пользователей России:

- связь на всей без исключения территории России, включая самые западные и восточные регионы и полярный регион;
- услуги связи в движении на достаточно простые абонентские терминалы (связь, ТВ/РВ, Интернет);
- построение глобальной системы мониторинга за подвижными объектами как одна из возможных задач данной ССС. ■

## Литература

1. Бородич С. В. Какой спутник связи нужен России? // Электросвязь. 1993. № 11.
2. Бородич С. В. О применении систем спутниковой связи со спутниками на низких орбитах // Электросвязь. 1995. № 9.
3. Анпилогов В. Р. Системы персональной спутниковой связи на основе негеостационарных ИСЗ // Интернет-сайт [www.vsat-tel.ru](http://www.vsat-tel.ru).

